

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-058892

(43) Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 11-151847

(71)Applicant : KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.05.1999

(72)Inventor : TAWADA HIROKO
NAKAJIMA AKIHIKO
YOSHIMI MASASHI

(30)Priority

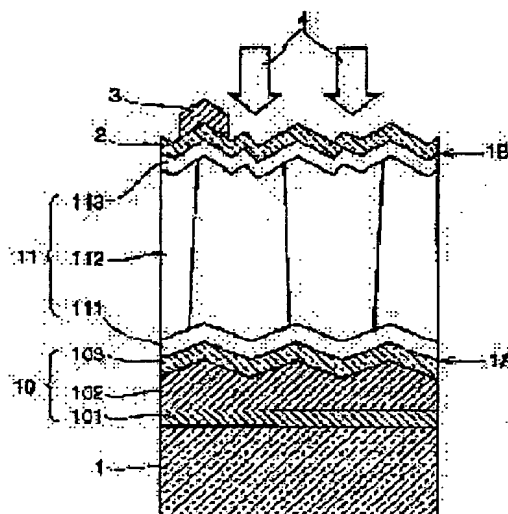
Priority number : 10151049 Priority date : 01.06.1998 Priority country : JP

(54) SILICON BASED THIN FILM PHOTOELECTRIC CONVERTER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the performance while reducing the cost of a photoelectric converter having a crystalline silicon based thin film photoelectric converting layer formed by a plasma CVD employing a low temperature process.

SOLUTION: The silicon based thin film photoelectric converter comprises a substrate 1, a rear surface electrode 10 having a light reflecting metallic film 102, at least one silicon based photoelectric converting unit 11, and a surface transparent electrode 2 wherein at least one of the light reflecting metallic film 102 or the surface transparent electrode 2 has a corrugated surface on the side of the silicon based photoelectric converting unit. Corrugation is in the range of 0.01–2 μm and the pitch is in the range of 1–25 times of corrugation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998.2000 Japan Patent Office

(3)

収が生じず、光電変換層における光電変換層がその厚厚によって制限されることとなる。特に結晶質シリコンを含む光電変換層の場合十分な吸収を生じない。このようことから、光電変換層を含む光電変換ユニットに入射した光をより有効に利用するために、光反射率の高い金属層を光電変換ユニットの裏面に設け、この金属層に表面凹凸(表面テクスチャ)構造を設けることによって光を光電変換ユニット内へ乱反射させる工夫がなされている。

[0004] また、光入射側の透明電極にも表面凹凸(表面テクスチャ)構造を設け、それによって光を光電変換ユニット内へ散乱させ、さらに金属電極で反射された光を乱反射させる工夫もなされている。上記のように表面テクスチャ構造を有する透明電極を含む光電変換層は、たとえば特公平6-12840号公報、特開平7-283432号公報などに開示されており、光電変換効率を向上することが記載されている。

[0005] 発明が解決しようとする課題として、薄膜多結晶シリコン太陽電池に代表的に用いられているようなシリコン系光電変換ユニットは、シリコン系薄膜からなる光電変換層と導電型層を有する。不純物がドーブされ、導電型層は、そのドーブされた不純物による光吸収によって光電変換層への入射光の減少を引き起こす。したがって、このような光電変換層に寄与しない不純物による光吸収を低減して光電変換層への入射光を増大させるためには、導電型層の厚さを必要最小限まで薄くすることが望まれる。

[0006] このような状況下において、本発明者たちは、光電変換層内における光吸収を増大させるために好ましい乱反射を生じ得る表面凹凸構造を有する前面透明電極や裏面電極を用いる場合に、それらに接する光電変換ユニットにおける薄い導電型層に機械的および電気的欠陥が生じやすく、得られる太陽電池の開放増電圧の低下や短絡による歩留まりの低下を招くという問題があることを見出した。

[0007] 本発明者たちによって見出されたこのような技術における課題に鑑み、本発明は、安価な基板が使用可能な低コストのみを用いて形成されるシリコン系薄膜光電変換層において、開放増電圧の低下や歩留まりの低下を招くことなく光増進効果による光電変換特性の改善を図ることを目的としている。

[0008] 課題を解決するための手段 本発明者たちが見出した上述の課題を解決すべく検討を重ねた結果、光電変換ユニットに含まれる半導体接合を構成するすべての半導体層をプラズマCVD法にて低温で形成するシリコン系薄膜光電変換装置においては、表面電極または前面透明電極の光電変換ユニット側の面に形成される表面凹凸構造における凹凸の高低差とピッチを制御することによっ

(4)

て、高い開放増電圧を得ることができかつ光電変換層における光吸収が増大する高性能の薄膜光電変換装置が得られることが見出された。

[0009] すなわち、本発明によるシリコン系薄膜光電変換装置は、基板、光反射性金属膜を有する裏面電極、少なくとも1つのシリコン系光電変換ユニット、および前面透明電極を含む、光反射性金属膜および前面透明電極の少なくとも一方はシリコン系光電変換ユニット側の面に形成した表面凹凸構造を有し、凹凸の高低差が0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが高低差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあり、凹凸のピッチが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸の高低差が0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高低差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とするシリコン系薄膜光電変換装置であってよい。

[0011] また、前面透明電極のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸構造を有し、凹凸の高低差が0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高低差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とするシリコン系薄膜光電変換装置であってよい。

[0012] これらの太陽電池は光反射性金属膜と前面透明電極の両者のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸構造を有し、凹凸の高低差が0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高低差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とするシリコン系薄膜光電変換装置であってよい。

[0013] 光反射性金属膜または前面透明電極のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸構造を有し、凹凸の高低差が0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高低差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とするシリコン系薄膜光電変換装置であってよい。

[0014] また、光反射性金属膜または前面透明電極のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸構造を有し、凹凸の高低差が0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高低差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とするシリコン系薄膜光電変換装置であってよい。

[0015] ところで、金属層とその上の酸化亜鉛(ZnO)等の透明導電性酸化物層を含む表面電極上にシリコン系光電変換ユニットを堆積させた光電変換装置が近年数多く試みられており、たとえば特開平3-999477; 特開平7-263731; IEEE 1st World Conf. on Photovoltaic Energy Conversion, p. 405 (1994); Applied Physics Letters, Vol. 70, p. 2975 (1997) などにおいて報告されている。このように、表面

電極の第1の実施の形態のシリコン系薄膜光電変換装置が説明される。この光電変換装置の基板1に、ステンレス等の金属、有機フィルム、セラミックス、または低融点の安価なガラス等が用いられ得る。

[0024] 基板1上に配置される裏面電極10とし

て、光反射性金属膜102が形成される。裏面電極10

は、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

としては光反射性金属膜102と透明導電性酸化膜103を含む複合層が好ましい。光反射性金属膜102は、真空蒸着またはスパッタ等の方法によって基板1上に形成することができ、反射性金属膜102は、Ag、Au、Al、CuおよびPtから選択された1つまたはそれを含む合金によって形成されることが好ましい。たとえば、ガラス基板1上に光反射性の高いAg膜102を100~300°Cの範囲内の加熱温度、より好ましくは200~300°Cの基板温度の下に真空蒸着法によって形成することができ、また、ガラス基板1とAg膜102との間に20~50nmの範囲内の厚さを有するTi膜101を挿入することにより、ガラス基板1とAg膜102との間の付着性を向上させることができる。なお、このようなTi膜101も、蒸着またはスパッタによって形成することができ、透明導電性酸化膜103としては酸化亜鉛が好ましい。

[0025] 反射性金属膜102の上面における凹凸構造は、たとえば、基板1の表面を予めエッチング等によって凹凸構造に加工し、その凹凸構造を自分自身の表面上に伝達し得るような薄い金属膜102を形成することによって得ることができる。この代りに、基板1上に凹凸表面を有する透明導電性酸化物(図示せず)を堆積した後に、その凹凸構造を自分自身の表面上に伝達し得るような薄い金属膜102を形成することによって得られる。

[0026] 光反射性金属膜102の表面凹凸構造における凹凸の高低差は0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチはその高低差より大きく2.5倍以下である。凹凸の高低差は0.01~1μmがより好ましく、0.01~0.5μmがさらに好ましく、0.02~0.1μmが特に好ましい。凹凸のピッチの具体的範囲は0.3~1μmにあることが好ましく、0.5~0.8μmにあることがより好ましい。また、凹凸断面形状は鋭角な突起を含まないことが好ましく、実質的に圓曲面凹凸構造は、金属膜102の前面のTEM(透過型電子顕微鏡)写真やAFM(原子間力顕微鏡)による表面観察によって測定され得る。

[0027] 反射性金属膜102の表面凹凸構造において、凹凸の高低差がピッチに対して大きく過ぎれば凹部と凸部の角度が鋭くなり、その上に堆積されるシリコン系光電変換ユニット中の半導体接合の形成がうまくいかず、最終的に得られる光電変換装置の開放増電圧や歩留まりの低下を招く。すなわち、反射性金属膜102の表面凹凸構造における凹凸の高低差に対して十分な間隔のピッチを付与して凹部と凸部の角度を緩やかにすることによって、高い開放増電圧が得られることが見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

て、高い開放増電圧を得られることを見出され、このように、表面電極とピッチを制御することによっ

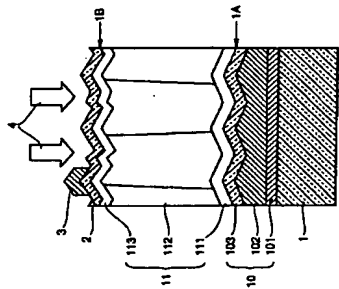
(7)

示している。図3と4の光電変換装置の關係は、図1と2の關係に類似しており、図3と4中の同一の参照番号は互に対応する部分を表わしている。

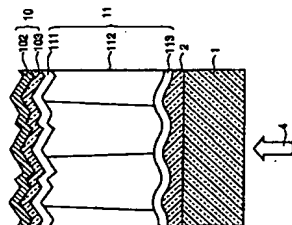
【0046】以下において、本発明のいくつかの実施例によるシリコン系薄層光電変換装置が比較例による光電変換装置とともに説明される。

(9)

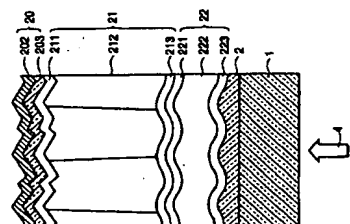
【図 1】



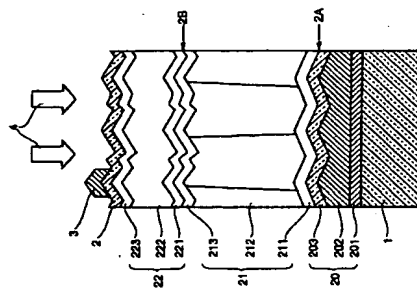
【図 2】



【図 4】



【図 3】



【図 5】

